

УДК 504.445 : 582.26

ЗАЛЕЖНІСТЬ ВМІСТУ ХЛОРОФОРМУ У ПИТНІЙ ВОДІ ВІД РОЗВИТКУ СИНЬО-ЗЕЛЕНИХ ВОДОРОСТЕЙ

І.В. Данилова
аспірант

Житомирський національний агроекологічний університет

Проаналізовано роль синьо-зелених водоростей у водних екосистемах та визначено особливості сезонних коливань їх чисельності у водозабірній «Відсічне» протягом 2007 р. Показано вплив їх масового розвитку на вміст хлороформу у питній воді.

Ключові слова: синьо-зелені водорості, сезонні коливання, водозабір, питна вода, вміст хлороформу.

Забруднення поверхневих вод призводить до суттєвого порушення стану водних екосистем, негативно впливає на існування біоценозів, зменшуючи біорізноманіття. Поряд з хімічними та фізичними забрудненнями останніми десятиліттями особливо небезпечним вважається й біологічне забруднення вод планктонними водоростями — отруйними представниками синьо-зелених (ціанобактерій) [8, с. 399, 402–405; 10, с. 6–11; 11, с. 686–692]. Їхня вегетація у водоймах може стати причиною масової загибелі риб, молюсків, ракоподібних та інших організмів. Так, збільшення біомаси фітопланктону до 100 мг/дм³ супроводжується значним зменшенням виділення кисню водоростевими клітинами та зниженням його концентрації у воді. Це різко прискорює відмирання водоростей і надходження у воду органічних речовин — продуктів їхнього розкладу. Накопичення надмірної кількості органічної речовини також веде до її розкладання, яке супроводжується утворенням газів: метану, сірководню, аміаку. Після розчинення у воді ці речовини надають їй неприємного запаху і здійснюють токсичну дію на гідробіонтів (головним чином риб та безхребетних) і людину (переважно через питну воду). При цьому якість питної води може настільки погіршуватися, що вона стає цілком непридатною для споживання [8, с. 65, 400–402]. При взаємодії органічних речовин з хлором чи хлоровмісними речовинами в сучасних технологіях підготовки води утворюються галогенорганічні сполуки, що являють собою канцерогени. Основна їхня частина представлена хлороформом, для якого крім віддалених наслідків, тобто його бластомогенної дії, властивий негативний швидкопливний вплив на організм людини: переважно на функції нервової та сечовидільної систем. У подібній ситуації відбувається «подвійне» хронічне отруєння людини при вживанні питної води як за рахунок безпосередньо самих токсичних метаболітів

водоростей, так і внаслідок їхньої взаємодії з хлором [10, с. 2–5; 11, с. 688–692].

У зв'язку з цим важливо контролювати особливості розвитку синьо-зелених водоростей, цикли вегетації яких протягом року досить нерівномірні і суттєво впливають на вторинне забруднення питної води.

Теоретичною базою дослідження були праці А.В. Топачевского (1984), В.І. Щербака (2002), Ю.С. Кузьмінчук (2005) та інших учених, які проаналізували роль синьо-зелених водоростей у складі водних фітоценозів та обґрунтували їхнє значення для екосистем [8, с. 402; 6, с. 41–47; 4, с. 282–283]. Крім того, було показано, що зазначені форми водоростей у водних об'єктах практично не поїдаються гідробіонтами і це є однією з причин їх масового розвитку, що призводить до «цвітіння» води [8, с. 402]. У дослідженнях Е.О. Аристархової (2013) та Е.О. Аристархової і І.А. Пількевича (2013) шляхом математичного моделювання було визначено закономірності формування угруповань фітопланктону в антропогенно трансформованих водних об'єктах. Установлено суттєвий вплив температурного фактора на процеси розвитку синьо-зелених водоростей та особливості їхнього «цвітіння» у водоймах питного водопостачання [1, с. 36–38; 2, с. 47–49].

Проблемою останнього десятиліття залишається високий вміст органічної речовини у вихідній воді, з якої готується питна вода на водоканалах України, що в умовах застосування рідкого хлору та хлоровмісних знезаражувачів веде до підвищення утворення в ній хлорорганічних сполук. З цією метою розробляються відповідні заходи. Вагомий внесок у вирішення зазначеної проблеми внесли О.В. Зоріна (2006), А.В. Мокієнко та Н.Ф. Петренко (2008) [3, с. 65–68; 7, с. 32–36]. Так, О.В. Зоріна дослідила особливості утворення хлорорганічних сполук на різних етапах очищення води в ряді областей

України і запропонувала шляхи зменшення їхнього вмісту в питній воді [3, с. 66–68].

У наших попередніх дослідженнях (І.В. Данилова, І.Л. Башинська, Е.О. Аристархова, В.П. Славов, 2013) було визначено, що активний розвиток синьо-зелених водоростей протягом 2006 р. у водозаборі «Відсічне» р. Тетерів призвів до зростання вмісту у воді органічних речовин і необхідності збільшення доз рідкого хлору, які додавалися при водопідготовці на КП «Житомирводоканал». Це стало основним поштовхом до збільшення в питній воді концентрації хлороформу [9, с. 133–136]. Тому важливо проаналізувати, що відбуватиметься внаслідок збільшення чисельності синьо-зелених водоростей у водозаборі в наступні роки.

У цій статті визначено особливості коливань вмісту хлороформу в питній воді на КП «Житомирводоканал» залежно від сезонних змін розвитку синьо-зелених водоростей у водозаборі «Відсічне» р. Тетерів у 2007 р.

Дослідження проводились на КП «Житомирводоканал» за методиками, які використовуються на підприємстві. Відбір проб води здійснювали за участю співробітників водоканалу двічі на місяць протягом 2007 р. [6, с. 41–42]. Якісний та кількісний склад водоростей у водозаборі «Відсічне» визначали методом гідробіологічного аналізу. Основний метод аналізу полягав у концентрації фітопланктону на мембранних фільтрах і подальшому підрахунку кількості водоростей у кл./см³ із визначенням (до ряду) в камері Ножотта [6, с. 42–45]. Концентрацію хлороформу було визначено газохроматографічним методом з використанням комп'ютерної програми «Ассистент хіміка», яка автоматично оброблює хроматограми та результати вмісту СНСІ₃ для кожної проби досліджуваної води [5, с. 1–3].

«Цвітіння» води у водозаборі «Відсічне» р. Тетерів пов'язане з надходженням у воду біогенів, які сприяють інтенсивному розвитку водоростей. Накопичуючись у водозаборі в певні періоди року у великих кількостях, ці речовини перетворюються на небезпечні токсиканти. Тому процеси евтрофікації завжди пов'язані з підвищенням забруднення водного середовища. З іншого боку, самі водорості виділяють у воду токсини (алкалоїди та пептиди), які є небезпечними лише у випадку масового розмноження фітопланктону. Однією з причин забруднення водойми токсичними речовинами можна вважати й процес розкладання водоростей під час їх відмирання.

Проведеними дослідженнями було встановлено, що фітопланктон водозабо-

ру представлений діатомовими, зеленими, синьо-зеленими, евгленофітовими, динофітовими та золотими водоростями. В цілому серед них переважали синьо-зелені (65,3 %), діатомові (22,7 %) та зелені (11,5 %). Евгленові, динофітові та золоті траплялися в невеликих кількостях, тому вирішального значення щодо впливу на показники, які характеризують гідрохімічний склад води, вони не мали. Для інтенсивного розвитку синьо-зелених у водозаборі склалися набагато кращі умови, ніж для інших видів водоростей (рис. 1). Саме вони найбільше впливали на забруднення води, для незараження та очищення якої під час підготовки в умовах водоканалу вводився хлор. Такий стан розвитку угруповань синьо-зелених водоростей прослідковувався і в попередні роки [9, с. 133–134]. Дози хлору, які додавалися, значною мірою впливали на утворення хлороформу. Найбільшу кількість хлору було введено до складу води в серпні-вересні. На цей період припадало також максимальне зниження концентрації розчиненого кисню (РК) та збільшення каламутності. Цей самий період відповідав максимальному значенню хлороформу, яке було виявлено протягом 2007 р.

За результатами досліджень встановлено залежність між концентрацією хлороформу в питній воді та інтенсивністю розвитку діатомових, синьо-зелених та зелених водоростей у водозаборі «Відсічне». Найбільша концентрація хлороформу у воді збіглася з піком розмноження синьо-зелених у водозаборі в середині вересня (рис. 2).

У певні періоди вміст хлороформу був суттєво меншим: найнижчим у період з січня до червня і з жовтня по грудень. Але з початком масового розвитку синьо-зелених у червні-серпні значно наблизився до пікових значень. Результати досліджень можуть бути підставою для застосування — додаткових методів очи-

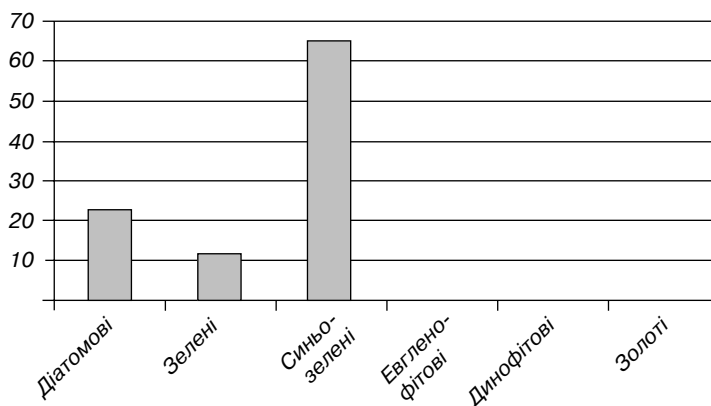


Рис. 1. Структурний склад фітопланктону водозабору «Відсічне» річки Тетерів

щення при водопідготовці, які забезпечать видалення хлороформу з питної води на КП «Житомирводоканал».

З 2012 р. замість хлору для знезараження та освітлення води на підприємстві використовується гіпохлорит натрію. Однак на ситуацію із вмістом у воді хлороформу ця заміна вплинула неоднозначно. Тому в подальших дослідженнях необхідно проаналізувати залежність концентрації хлороформу в питній воді не тільки від доз гіпохлориту натрію та процесів «цвітіння» води, а й з врахуванням температурного фактора, що має значення для розвитку синьо-зелених водоростей.

ВИСНОВКИ

Серед фітопланктону водозабору «Відсічне» переважали синьо-зелені (65,3%), діатомові (22,7%) та зелені (11,5%) водорості. Протягом року відбувалися певні зміни в інтенсивності розмноження окремих фітопланктонних форм, які характеризувались активним розвитком діатомових у весняні та осінні місяці, зелених — з травня і до листопада, синьо-зелених — влітку та восени.

Найбільша концентрація хлороформу у питній воді збігалася з піком масового розмноження синьо-зелених у водозаборі (вересень). Найнижчий його вміст спостерігався в період із січня до червня і з жовтня до грудня. Але з початком масового розвитку синьо-зелених водоростей у червні-серпні вміст хлороформу в питній воді значно наблизився до пікових значень.

У періоди підвищеного вмісту хлороформу в питній воді необхідно її доочищувати. Тому доцільно, особливо влітку та восени, відстоювати питну воду, виробляти талу воду, сорбувати, використовувати фільтри та вживати інші подібні заходи.

СПИСОК ВИКОРИСТНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аристархова Е.О. Математичне моделювання сезонних змін розвитку фітопланктону у водозаборі «Відсічне» річки Тетерів / Е.О. Аристархова // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2013. — № 3/4 (63). — С. 36–39.
2. Аристархова Э.А. Проблема экологической безопасности водной среды в условиях антропогенной эвтрофикации / Э.А. Аристархова // Технологический аудит и резервы производства. — 2013. — № 5/4 (13). — С. 47–49.
3. Зоріна О.В. Вплив технологічних чинників водопідготовки на якість питної води щодо вмісту хлороформу / О.В. Зоріна // Довкілля та здоров'я. — 2003. — № 4(27). — С. 65–68.

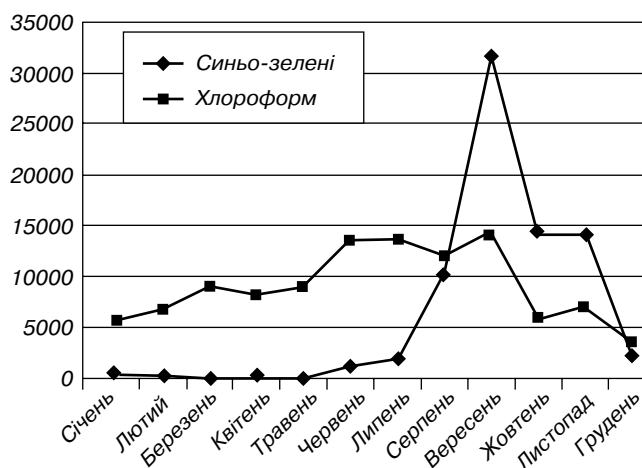


Рис. 2. Динаміка розвитку синьо-зелених водоростей протягом 2007 р. та концентрація хлороформу в питній воді

4. Кузьмінчук Ю.С. Таксономічна структура фітопланктону водосховищ р. Тетерів // Вісн. Житомир. держ. агрокол. ун-ту. — 2005. — Вип. 2 (15). — С. 282–287.
5. Методичні вказівки № 0052-98. Газохроматографічне визначення тригалогенметанів (хлороформу) у воді, затверджені постановою головного державного санітарного лікаря України від 01.02.99 р. № 2. — С. 1–3.
6. Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем / За ред. В.І. Назаренка. — К., 2002. — 51 с.
7. Мокиєнко А.В. Питьевая вода и водно-обусловленные инфекции. Водоразводящая сеть и заболеваемость населения / А.В. Мокиєнко, Н.Ф. Петренко // Вода і водоочисні технології: Наук.-практ. журн. — 2008. — № 1 (25). — С. 32–36.
8. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии: Учебник / В.Д. Романенко. — К.: Генеза, 2004. — 664 с.
9. Сезонні коливання екотоксичності питної води на КП «Житомирводоканал» / І.В. Данилова, І.Л. Башинська, Е.О. Аристархова, В.П. Славов / Вода: проблеми та шляхи вирішення. — Матеріали четвертої наук.-практ. конф., м. Рівне, 4–7 липня 2013 р. — Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2013. — 150 с. — С.133–136.
10. From mass mortalities to management measures / G.A. Codd, J. Lindsay, F.M. Young et al. // Harmful Cyanobacteria. — Netherlands: Springer, 2005. — P. 1–25.
11. Genes coding for hepatotoxic heptapeptides (microcystins) in the cyanobacterium Anabaena strain 90 / L. Rouhiainen, T. Vakkilainen, B.L. Siemer et al. // Appl. Environ. Microbiol. — 2004. — 70. — P. 686–692.